CHAPITRE III.

Analyse de l'air de l'atmosphère : sa résolution en deux fluides élastiques, l'un respirable, l'autre non-respirable.

TELLE est donc *à priori* la constitution de notre atmosphère ; elle doit être formée de la réunion de toutes les substances susceptibles de demeurer dans l'état aériforme au degré habituel de température & de pression que nous éprouvons. Ces fluides forment une masse de nature à peu près homogène, depuis la surface de la terre jusqu'à la plus grande hauteur à laquelle on soit encore parvenu, & dont la densité décroît en raison inverse des poids dont elle est chargée ; mais comme je l'ai dit, il est possible que cette première couche soit recouverte d'une ou de plusieurs autres de fluides très-différens.

Il nous reste maintenant à déterminer quel est le nombre & quelle est la nature des fluides élastiques qui composent cette couche inférieure que nous habitons ; & c'est sur quoi l'expérience va nous éclairer. La Chimie moderne a fait à cet égard un grand pas ; & les détails dans lesquels je vais entrer feront con-

noître que l'air de l'atmosphère est peut-être de toutes les substances de cet ordre, celle dont l'analyse est la plus exactement & la plus rigoureusement faite.

La Chimie présente en général deux moyens pour déterminer la nature des parties constituantes d'un corps, la composition & la décomposition. Lors, par exemple, que l'on a combiné ensemble de l'eau & de l'esprit-de-vin ou alkool, & que par le résultat de ce mélange on a formé l'espèce de liqueur qui porte le nom d'eau-de-vie dans le commerce, on a droit d'en conclure que l'eau-de-vie est un composé d'alkool & d'eau : mais on peut arriver à la même conclusion par voie de décomposition, & en général on ne doit être pleinement satisfait en Chimie qu'autant qu'on a pu réunir ces deux genres de preuves.

On a cet avantage dans l'analyse de l'air de l'atmosphère ; on peut le décomposer & le recomposer ; & je me bornerai à rapporter ici les expériences les plus concluantes qui aient été faites à cet égard. Il n'en est presque aucunes qui ne me soient devenues propres, soit parce que je les ai faites le premier, soit parce que je les ai répétées sous un point de vue nouveau, sous celui d'analyser l'air de l'atmosphère.

J'ai pris, *planche II*, *figure 14*, un matras A de 36 pouces cubiques environ de capacité dont le col BCDE étoit très-long, & avoit six à sept lignes de grosseur intérieurement. Je l'ai courbé, comme on le voit représenté, *planche IV*, *figure 2*, de manière qu'il pût être placé dans un fourneau MMNN, tandis que l'extrêmité E de son col iroit s'engager sous la cloche FG, placée dans un bain de mercure RRSS. J'ai introduit dans ce matras quatre onces de mercure très-pur, puis en suçant avec un siphon que j'ai introduit sous la cloche FG, j'ai élevé le mercure jusqu'en LL : j'ai marqué soigneusement cette hauteur avec une bande de papier collé, & j'ai observé exactement le baromètre & le thermomètre.

Les choses ainsi préparées, j'ai allumé du feu dans le fourneau MMNN, & je l'ai entretenu presque continuellement pendant douze jours, de manière que le mercure fut échauffé presqu'au degré nécessaire pour le faire bouillir.

Il ne s'est rien passé de remarquable pendant tout le premier jour : le mercure quoique non bouillant, étoit dans un état d'évaporation continuelle ; il tapissoit l'intérieur des vaisseaux de goutelettes, d'abord très-fines, qui alloient ensuite en augmentant, & qui, lorsqu'elles avoient acquis un certain volume, retomboient

d'elles-mêmes au fond du vase, & se réunissoient au reste du mercure. Le second jour, j'ai commencé à voir nager sur la surface du mercure de petites parcelles rouges, qui, pendant quatre ou cinq jours ont augmenté en nombre & en volume; après quoi elles ont cessé de grossir & sont restées absolument dans le même état. Au bout de douze jours voyant que la calcination du mercure ne faisoit plus aucun progrès, j'ai éteint le feu & j'ai laissé refroidir les vaisseaux. Le volume de l'air contenu tant dans le matras que dans son col & sous la partie vuide de la cloche, réduit à une pression de 28 pouces & à 10 degrés du thermomètre, étoit avant l'opération de 50 pouces cubiques environ. Lorsque l'opération a été finie, ce même volume à pression & à température égale, ne s'est plus trouvé que de 42 à 43 pouces : il y avoit eu par conséquent une diminution de volume d'un sixième environ. D'un autre côté ayant rassemblé soigneusement les parcelles rouges qui s'étoient formées, & les ayant séparées autant qu'il étoit possible du mercure coulant dont elles étoient baignées, leur poids s'est trouvé de 45 grains.

J'ai été obligé de répéter plusieurs fois cette calcination du mercure en vaisseaux clos, parce qu'il est difficile, dans une seule & même expé-

rience, de conſerver l'air dans lequel on a opéré, & les molécules rouges ou chaux de mercure qui s'eſt formé. Il m'arrivera ſouvent de confondre ainſi, dans un même recit, le réſultat de deux ou trois expériences de même genre.

L'air qui reſtoit après cette opération & qui avoit été réduit aux cinq ſixièmes de ſon volume, par la calcination du mercure, n'étoit plus propre à la reſpiration ni à la combuſtion; car les animaux qu'on y introduiſoit y périſſoient en peu d'inſtans, & les lumières s'y éteignoient ſur le champ, comme ſi on les eût plongées dans de l'eau.

D'un autre côté, j'ai pris les 45 grains de matière rouge qui s'étoit formée pendant l'opération; je les ai introduits dans une très-petite cornue de verre à laquelle étoit adapté un appareil propre à recevoir les produits liquides & aériformes qui pourroient ſe ſéparer : ayant allumé du feu dans le fourneau, j'ai obſervé qu'à meſure que la matière rouge étoit échauffée ſa couleur augmentoit d'intenſité. Lorſqu'enſuite la cornue a approché de l'incandeſcence, la matière rouge a commencé à perdre peu à peu de ſon volume, & en quelques minutes elle a entièrement diſparu; en même temps il s'eſt condenſé dans le petit récipient 41 grains $\frac{1}{2}$ de mercure coulant, & il a paſſé ſous la cloche

7 à 8 pouces cubiques d'un fluide élaſtique beaucoup plus propre que l'air de l'atmoſphère à entretenir la combuſtion & la reſpiration des animaux.

Ayant fait paſſer une portion de cet air dans un tube de verre d'un pouce de diamètre & y ayant plongé une bougie, elle y répandoit un éclat éblouiſſant ; le charbon au lieu de s'y conſommer paiſiblement comme dans l'air ordinaire, y brûloit avec flamme & une ſorte de décrépitation, à la manière du phoſphore, & avec une vivacité de lumière que les yeux avoient peine à ſupporter. Cet air que nous avons découvert preſque en même temps, M. Prieſtley, M. Schéele & moi, a été nommé par le premier, air déphlogiſtiqué ; par le ſecond, air empiréal. Je lui avois d'abord donné le nom d'*air éminemment reſpirable* : depuis, on y a ſubſtitué celui d'*air vital.* Nous verrons bientôt ce qu'on doit penſer de ces dénominations.

En réfléchiſſant ſur les circonſtances de cette expérience, on voit que le mercure en ſe calcinant abſorbe la partie ſalubre & reſpirable de l'air, ou, pour parler d'une manière plus rigoureuſe, la baſe de cette partie reſpirable ; que la portion d'air qui reſte eſt une eſpèce de moſète, incapable d'entretenir la combuſ-

tion & la respiration : l'air de l'atmosphère est donc composé de deux fluides élastiques de nature différente & pour ainsi dire opposée.

Une preuve de cette importante vérité, c'est qu'en recombinant les deux fluides élastiques qu'on a ainsi obtenus séparément, c'est-à-dire, les 42 pouces cubiques de mofète, ou air non respirable, & les 8 pouces cubiques d'air respirable, on reforme de l'air, en tout semblable à celui de l'atmosphère, & qui est propre à peu près au même degré, à la combustion, à la calcination des métaux, & à la respiration des animaux.

Quoique cette expérience fournisse un moyen infiniment simple d'obtenir séparément les deux principaux fluides élastiques qui entrent dans la composition de notre atmosphère, elle ne nous donne pas des idées exactes sur la proportion de ces deux fluides. L'affinité du mercure pour la partie respirable de l'air, ou plutôt pour sa base, n'est pas assez grande pour qu'elle puisse vaincre entièrement les obstacles qui s'opposent à cette combinaison. Ces obstacles sont l'adhérence des deux fluides constitutifs de l'air de l'atmosphère & la force d'affinité qui unit la base de l'air vital au calorique : en conséquence la calcination du mercure finie, ou au moins portée aussi loin qu'elle

peut l'être, dans une quantité d'air déterminée, il reste encore un peu d'air respirable combiné avec la mofète, & le mercure ne peut en séparer cette dernière portion. Je ferai voir dans la suite que la proportion d'air respirable & d'air non respirable qui entre dans la composition de l'air atmosphérique est dans le rapport de 27 à 73, au moins dans les climats que nous habitons : je discuterai en même temps les causes d'incertitude qui existent encore sur l'exactitude de cette proportion.

Puisqu'il y a décomposition de l'air dans la calcination du mercure, puisqu'il y a fixation & combinaison de la base de la partie respirable avec le mercure, il résulte des principes que j'ai précédemment exposés, qu'il doit y avoir dégagement de calorique & de lumière ; & l'on ne sauroit douter que ce dégagement n'ait lieu en effet : mais deux causes empêchent qu'il ne soit rendu sensible dans l'expérience dont je viens de rendre compte. La première, parce que la calcination durant pendant plusieurs jours, le dégagement de chaleur & de lumière, réparti sur un aussi long intervalle de temps, est infiniment foible pour chaque instant en particulier : la seconde, parce que l'opération se faisant dans un fourneau & à l'aide du feu, la chaleur occasionnée par la calcina-

tion se confond avec celle du fourneau. Je pourrois ajouter que la partie respirable de l'air, ou plutôt sa base, en se combinant avec le mercure, n'abandonne pas la totalité du calorique qui lui étoit uni, qu'une partie demeure engagée dans la nouvelle combinaison; mais cette discussion & les preuves que je serois obligé de rapporter, ne seroient pas à leur place ici.

Il est au surplus aisé de rendre sensible le dégagement de la chaleur & de la lumière en opérant d'une manière plus prompte la décomposition de l'air. Le fer, qui a beaucoup plus d'affinité que le mercure avec la base de la partie respirable de l'air, en fournit un moyen. Tout le monde connoît aujourd'hui la belle expérience de M. Ingenhouz sur la combustion du fer. On prend un bout de fil de fer très-fin BC, *planche IV*, *figure 17*, tourné en spirale, on fixe l'une de ses extrêmités B, dans un bouchon de liége A, destiné à boucher la bouteille DEFG. On attache à l'autre extrêmité de ce fil de fer, un petit morceau d'amadoue C. Les choses ainsi disposées, on emplit avec de l'air dépouillé de sa partie non respirable, la bouteille DEFG. On allume l'amadoue C, puis on l'introduit promptement, ainsi que le fil de fer BC dans la bouteille, & on la bou-

che comme on le voit dans la figure que je viens de citer.

Auſſi-tôt que l'amadoue eſt plongée dans l'air vital, elle commence à brûler avec un éclat éblouiſſant ; elle communique l'inflammation au fer, qui brûle lui même en répandant de brillantes étincelles, leſquelles tombent au fond de la bouteille, en globules arrondis qui deviennent noirs en ſe refroidiſſant, & qui conſervent un reſte de brillant métallique. Le fer ainſi brûlé, eſt plus caſſant & plus fragile, que ne le ſeroit le verre lui-même ; il ſe réduit facilement en poudre & eſt encore attirable à l'aimant, moins cependant qu'il ne l'étoit avant ſa combuſtion.

M. Ingenhouz n'a examiné ni ce qui arrivoit au fer, ni ce qui arrivoit à l'air dans cette opération, en ſorte que je me ſuis trouvé obligé de la répéter avec des circonſtances différentes & dans un appareil plus propre à répondre à mes vues.

J'ai rempli une cloche A, *planche IV*, *fig. 3*, de ſix pintes environ de capacité d'air pur, autrement dit, de la partie éminemment reſpirable de l'air. J'ai tranſporté, à l'aide d'un vaſe très-plat, cette cloche ſur un bain de mercure contenu dans le baſſin B C; après quoi j'ai ſéché ſoigneuſement avec du papier gris la ſurface du mer-

cure, tant dans l'intérieur qu'à l'extérieur de la cloche. Je me ſuis muni, d'un autre côté, d'une petite capſule de porcelaine D, plate & évaſée, dans laquelle j'ai placé de petits copeaux de fer tournés en ſpirale, & que j'ai arrangés de la manière qui m'a paru la plus favorable pour que la combuſtion ſe communiquât à toutes les parties. A l'extrémité d'un de ces copeaux, j'ai attaché un petit morceau d'amadoue, & j'y ai ajouté un fragment de phoſphore, qui peſoit à peine un ſeizième de grain. J'ai introduit la capſule ſous la cloche en ſoulevant un peu cette dernière. Je n'ignore pas que par cette manière de procéder, il ſe mêle une petite portion d'air commun avec l'air de la cloche; mais ce mélange, qui eſt peu conſidérable lorſqu'on opère avec adreſſe, ne nuit point au ſuccès de l'expérience.

Lorſque la capſule D eſt introduite ſous la cloche, on ſucce une partie de l'air qu'elle contient, afin d'élever le mercure dans ſon intérieur juſqu'en EF; on ſe ſert à cet effet d'un ſiphon GHI, qu'on paſſe par-deſſous, & pour qu'il ne ſe rempliſſe pas de mercure, on tortille un petit morceau de papier à ſon extrémité. Il y a un art pour élever ainſi en ſuçant le mercure ſous la cloche : ſi on ſe contentoit d'aſpirer l'air avec le poumon, on n'atteindroit qu'à une

très-médiocre élévation, par exemple, d'un pouce ou d'un pouce & demi tout au plus, tandis que par l'action des muscles de la bouche on élève, sans se fatiguer, ou au moins sans risquer de s'incommoder, le mercure jusqu'à 6 à 7 pouces.

Après que tout a été ainsi préparé, on fait rougir au feu un fer recourbé M N, *planche IV, figure 14*, destiné à ces sortes d'expériences; on le passe par-dessous la cloche & avant qu'il ait eu le temps de se refroidir, on l'approche du petit morceau de phosphore contenu dans la capsule de porcelaine D : aussi-tôt le phosphore s'allume, il communique son inflammation à l'amadoue, & celle-ci la communique au fer. Quand les copeaux ont été bien arrangés, tout le fer brûle jusqu'au dernier atôme, en répandant une lumière blanche, brillante, & semblable à celle qu'on observe dans les étoiles d'artifice Chinois. La grande chaleur qui s'opère pendant cette combustion, liquéfie le fer, & il tombe en globules ronds de grosseur différente, dont le plus grand nombre reste dans la capsule, & dont quelques-uns sont lancés au dehors & nagent sur la surface du mercure.

Dans le premier instant de la combustion il y a une légère augmentation dans le volume de l'air, en raison de la dilatation occasionnée

par la chaleur : mais bientôt une diminution rapide ſuccède à la dilatation ; le mercure remonte dans la cloche, & lorſque la quantité de fer eſt ſuffiſante, & que l'air avec lequel on opère eſt bien pur, on parvient à l'abſorber preſqu'en entier.

Je dois avertir ici qu'à moins qu'on ne veuille faire des expériences de recherches, il vaut mieux ne brûler que des quantités médiocres de fer. Quand on veut pouſſer trop loin l'expérience & abſorber preſque tout l'air, la capſule D qui nage ſur le mercure, ſe rapproche trop de la voûte de la cloche, & la grande chaleur jointe au refroidiſſement ſubit, occaſionné par le contact du mercure, fait éclater le verre : le poids de la colonne de mercure qui vient à tomber rapidement, dès qu'il s'eſt fait une félure à la cloche, occaſionne un flot qui fait jaillir une grande partie de ce fluide hors du baſſin. Pour éviter ces inconvéniens & être sûr du ſuccès de l'expérience, on ne doit guère brûler plus d'un gros & demi de fer ſous une cloche de huit pintes de capacité. Cette cloche doit être forte, afin de réſiſter au poids de mercure qu'elle eſt deſtinée à contenir.

Il n'eſt pas poſſible de déterminer à la fois dans cette expérience, le poids que le fer acquiert, & les changemens arrivés à l'air. Si c'eſt

l'augmentation de poids du fer & son rapport avec l'absorption de l'air, dont on cherche à connoître la quantité, on doit avoir soin de marquer très-exactement sur la cloche, avec un trait de diamant, la hauteur du mercure avant & après l'expérience; on passe ensuite sous la cloche le siphon GH, *planche IV*, *figure 3*, garni d'un papier qui empêche qu'il ne s'emplisse de mercure. On met le pouce sur l'extrémité G, & on rend l'air peu à peu en soulevant le pouce. Lorsque le mercure est descendu à son niveau, on enlève doucement la cloche; on détache de la capsule les globules de fer qui y sont contenus; on rassemble soigneusement ceux qui pourroient s'être éclaboussés & qui nagent sur le mercure, & on pèse le tout. Ce fer est dans l'état de ce que les anciens Chimistes ont nommé *éthiops martial*; il a une sorte de brillant métallique; il est très cassant, très-friable, & se réduit en poudre sous le marteau & sous le pilon. Lorsque l'opération a bien réussi, avec 100 grains de fer on obtient 135 à 136 grains d'éthiops. On peut donc compter sur une augmentation de poids au moins de 35 livres par quintal.

Si l'on a donné à cette expérience toute l'attention qu'elle mérite, l'air se trouve diminué d'une quantité en poids exactement égale à celle dont le fer est augmenté. Si donc on a

brûlé 100 grains de fer & que l'augmentation de poids que ce métal a acquise ait été de 35 grains, la diminution du volume de l'air est assez exactement de 70 pouces cubiques à raison d'un demi-grain par pouce cube. On verra dans la suite de ces Mémoires, que le poids de l'air vital est en effet, assez exactement, d'un demi-grain par pouce cube.

Je rappellerai ici une dernière fois que dans toutes les expériences de ce genre, on ne doit point oublier de ramener par le calcul le volume de l'air au commencement & à la fin de l'expérience à celui qu'on auroit eu à 10 degrés du thermomètre, & à une pression de 28 pouces; j'entrerai dans quelques détails sur la manière de faire ces corrections, à la fin de cet Ouvrage.

Si c'est sur la qualité de l'air restant dans la cloche, qu'on se propose de faire des expériences, on opère d'une manière un peu différente. On commence alors, après que la combustion est faite & que les vaisseaux sont refroidis, par retirer le fer & la capsule qui le contenoit en passant la main sous la cloche à travers le mercure : ensuite on introduit sous cette même cloche, de la potasse ou alkali caustique, dissous dans l'eau, du sulfure de potasse, ou telle autre substance qu'on juge à propos, pour examiner l'action qu'elles exer-

cent ſur l'air. Je reviendrai dans la ſuite ſur ces moyens d'analyſe de l'air, quand j'aurai fait connoître la nature de ces différentes ſubſtances, dont je ne parle qu'accidentellement dans ce moment. On finit par introduire ſous cette même cloche, autant d'eau qu'il eſt néceſſaire pour déplacer tout le mercure ; après quoi on paſſe deſſous un vaiſſeau ou eſpèce de capſule très-platte avec laquelle on la tranſporte dans l'appareil pneumato-chimique ordinaire à l'eau, où l'on opère plus en grand & avec plus de facilité.

Lorſqu'on a employé du fer très-doux & très-pur, & que la portion reſpirable de l'air dans lequel s'eſt faite la combuſtion, étoit exempte de tout mélange d'air non reſpirable, l'air qui reſte après la combuſtion, ſe trouve auſſi pur qu'il l'étoit avant la combuſtion ; mais il eſt rare que le fer ne contienne pas une petite quantité de matière charbonneuſe : l'acier ſur-tout en contient toujours. Il eſt de même extrêmement difficile d'obtenir la portion reſpirable de l'air parfaitement pure, elle eſt preſque toujours mêlée d'une petite portion de la partie non reſpirable, mais cette eſpèce de moſète ne trouble en rien le réſultat de l'expérience, & elle ſe retrouve à la fin en même quantité qu'au commencement.

J'ai

J'ai annoncé qu'on pouvoit déterminer de deux manières la nature des parties conſtituantes de l'air de l'atmoſphère; par voie de décompoſition & par voie de compoſition. La calcination du mercure nous a fourni l'exemple de l'une & de l'autre, puiſqu'après avoir enlevé à la partie reſpirable ſa baſe par le mercure, nous la lui avons rendue pour reformer de l'air en tout ſemblable à celui de l'atmoſphère. Mais on peut également opérer cette compoſition de l'air en empruntant de différens règnes les matériaux qui doivent le former. On verra dans la ſuite que lorſqu'on diſſout des matières animales dans de l'acide nitrique, il ſe dégage une grande quantité d'un air qui éteint les lumières, qui eſt nuiſible pour les animaux, & qui eſt en tout ſemblable à la partie non reſpirable de l'air de l'atmoſphère. Si à 73 parties de ce fluide élaſtique on en ajoute 27 d'air éminemment reſpirable tiré du mercure, réduit en chaux rouge par la calcination, on forme un fluide élaſtique parfaitement ſemblable à celui de l'atmoſphère & qui en a toutes les propriétés.

Il y a beaucoup d'autres moyens de ſéparer la partie reſpirable de l'air de la partie non reſpirable; mais je ne pourrois les expoſer ici ſans emprunter des notions, qui, dans

l'ordre des connoiſſances, appartiennent aux Chapitres ſuivans. Les expériences d'ailleurs que j'ai rapportées, ſuffiſent pour un Traité Elémentaire; & dans ces ſortes de matières, le choix des preuves eſt plus important que leur nombre.

Je terminerai cet article en indiquant une propriété qu'a l'air de l'atmoſphère & qu'ont en général tous les fluides élaſtiques ou gaz que nous connoiſſons; c'eſt celle de diſſoudre l'eau. La quantité d'eau qu'un pied cube d'air de l'atmoſphère peut diſſoudre, eſt ſuivant les expériences de M. de Sauſſure, de 12 grains: d'autres fluides élaſtiques, tels que l'acide carbonique, paroiſſent en diſſoudre davantage; mais on n'a point fait encore d'expériences exactes pour en déterminer la quantité. Cette eau que contiennent les fluides élaſtiques aériformes, donne lieu dans quelques expériences à des phénomènes particuliers qui méritent beaucoup d'attention, & qui ont ſouvent jetté les Chimiſtes dans de grandes erreurs.

